

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-292503
(P2002-292503A)

(43)公開日 平成14年10月8日(2002.10.8)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
B 2 3 B 19/02		B 2 3 B 19/02	B 3 C 0 4 5
25/06		25/06	3 C 0 4 8
B 2 3 Q 1/40		F 1 6 C 25/06	3 J 0 1 2
1/70		B 2 3 Q 1/26	D
F 1 6 C 25/06		1/08	B
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)			

(21)出願番号 特願2001-94573(P2001-94573)

(22)出願日 平成13年3月29日(2001.3.29)

(71)出願人 000003458

東芝機械株式会社

東京都中央区銀座4丁目2番11号

(72)発明者 鈴木 克之

静岡県沼津市大岡2068の3 株式会社東芝
機械マイテック沼津内

Fターム(参考) 3C045 FD13 HA05

3C048 BC03 EE02

3J012 AB04 AB11 BB03 CB03 CB10

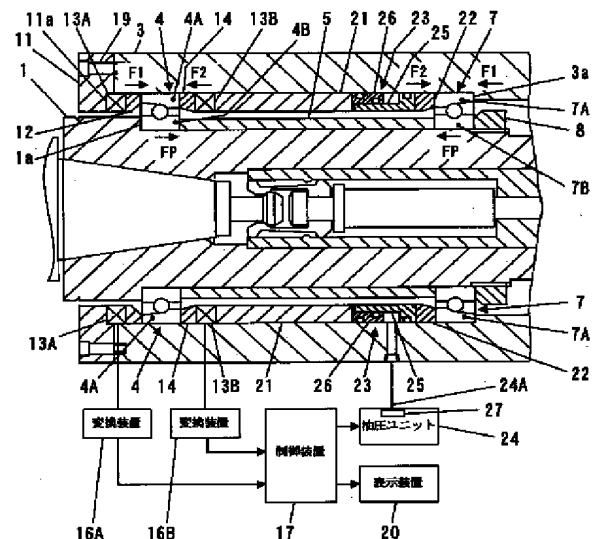
FB10 HB02

(54)【発明の名称】 工作機械の主軸装置

(57)【要約】

【課題】 運転中の軸受の予圧変化による切削性能の低下および軸受の焼付きの危険を防止することのできる工作機械の主軸装置を提供すること。

【解決手段】 回転軸方向に、軸受4の外輪4Aの内側および外側に設置した荷重センサ13A、13Bと、荷重センサ13A、13Bから出力されるアナログ信号を入力として、デジタル信号に変換する変換装置16A、16Bと、そのデジタル信号を入力として、表示データを演算する制御装置17と、前記制御装置17から出力される表示データを表示する表示装置20と、軸受4、7に予圧を作用させる手段として、軸受4、7の外輪4A、7A間に軸方向に力を発生させるアクチュエータ23と、制御装置17から出力される制御信号によりアクチュエータ23に推力を発生させる制御ユニット24とから成ることを特徴とする工作機械の主軸装置とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転軸を支持する対をなすころがり軸受の内輪と外輪との間にそれぞれ設けられている内径間座と外径間座との軸方向の寸法差によって前記ころがり軸受に作用する予圧を管理する工作機械の主軸装置において、回転軸方向に、前記軸受の外輪の内側および外側に設置した荷重センサと、荷重センサから出力されるアナログ信号を入力として、デジタル信号に変換する変換装置と、前記変換装置から出力されるデジタル信号を入力として、表示データを演算する制御装置と、前記制御装置から出力される表示データを表示する表示装置とから成ることを特徴とする工作機械の主軸装置。

【請求項2】 請求項1に記載の主軸装置において、軸受に予圧を作用させる手段として、軸受の外輪間に軸方向に力を発生させるアクチュエータと、前記制御装置から出力される制御信号によりアクチュエータに推力を発生させる制御ユニットとから成ることを特徴とする工作機械の主軸装置。

【請求項3】 請求項1に記載の主軸装置において、前記荷重センサとして圧電素子を用いたことを特徴とする工作機械の主軸装置。

【請求項4】 請求項2に記載の主軸装置において、軸方向に力を発生させるアクチュエータとして油圧シリンダを用いたことを特徴とする工作機械の主軸装置。

【請求項5】 請求項2に記載の主軸装置において、軸方向に力を発生させるアクチュエータとして圧電素子を用いたことを特徴とする工作機械の主軸装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、工作機械の主軸の軸受に関し、特にころがり軸受に予圧を与える予圧付与式の主軸装置に関する。

【0002】

【従来の技術】主軸装置においては、軸受の半径方向および軸方向の位置決めを正確にすると共に、軸受の振れを抑え、軸受の剛性を高める目的で、アンギュラ玉軸受のようなスラスト荷重を受けることができるころがり軸受に予圧をかけることが一般的に行われており、予圧の方式には、定位置予圧と定圧予圧がある。

【0003】従来のマシニングセンタ主軸に多く採用されているアンギュラ玉軸受で構成される定位置予圧方式の主軸装置について、図4により説明する。主軸1はアンギュラ玉軸受4、7により回転自由に支持され、アンギュラ玉軸受4、7は内径間座5と外径間座6の長さの差をつけて予圧を与えられるようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】主軸1を高速で回転させると、アンギュラ玉軸受4、7の発熱により軸受周りの温度が上昇し、起動時に均一温度であった主軸装置各部は、発熱源からの熱流入、外部への放熱および各部の

熱容量に応じて温度上昇する。

【0005】このため各部が均一に温度上昇することはほとんどなく、一般には、ハウジング3側より、主軸1側の方が温度上昇は大きくなる。軸方向の熱膨張差に起因する予圧変動を考察すると、主軸1側に配置されているアンギュラ玉軸受4、7の内輪4B、7B側部品の熱膨張が、ハウジング3側に配置されている外輪4A、7A側部品の熱膨張より大きくなる。従って内径間座5に対し外径間座6の長さが相対的に短くなり、外輪4A、7Aを互いに押し離す力が減少し予圧が低下する。

【0006】一方、半径方向の熱膨張差に起因するアンギュラ玉軸受4、7の予圧変動に着目すると、主軸1側に配置されている内輪4B、7Bの熱膨張が、ハウジング3側に配置されている外輪4A、7Aの熱膨張より大きくなるため、アンギュラ玉軸受4、7の玉4C、7Cを圧縮する方向に作用し、内径間座6側に軸方向の圧縮荷重が発生し、予圧は増加することになる。

【0007】このように、主軸1を運転することにより予圧は変化する。予圧が増加するか減少するかは、使用材質、寸法公差など設計によって異なってくる。予圧が減少する場合にはアンギュラ玉軸受4、7の剛性が低下したり、アンギュラ玉軸受4、7にすきまを生じて、切削性能を低下させるという問題があった。

【0008】一方、予圧が増加すると、軸受荷重の増加をもたらし、それがアンギュラ玉軸受4、7の発熱増加につながり、さらに予圧を増加させるという悪循環により、短時間のうちにアンギュラ玉軸受4、7の焼き付きを生じるという問題があった。

【0009】本発明の目的は、運転中の軸受の予圧変化による切削性能の低下および軸受の焼き付きの危険を防止することのできる工作機械の主軸装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、本発明は回転軸を支持する対をなすころがり軸受の内輪と外輪との間にそれぞれ設けられている内径間座と外径間座との軸方向の寸法差によって前記ころがり軸受に作用する予圧を管理する工作機械の主軸装置において、回転軸方向に、前記軸受の外輪の内側および外側に設置した荷重センサと、荷重センサから出力されるアナログ信号を入力として、デジタル信号に変換する変換装置と、前記変換装置から出力されるデジタル信号を入力として、表示データを演算する制御装置と、前記制御装置から出力される表示データを表示する表示装置とから成ることを特徴とするものである。

【0011】この様にすれば、軸受外輪の軸方向に作用する前方からの力および後方からの力の検出を自動的に行なうことができ、検出した力を表示装置に表示するので、作業者は運転中の軸受の予圧変化をいつでも目で見ることができる。表示は、例えば数値、グラフで表示

し、判定し易いようにすることができる。

【0012】また請求項2にあっては前記記載の主軸装置において、軸受に予圧を作用させる手段として、軸受の外輪間に軸方向に力を発生させるアクチュエータと、前記制御装置から出力される制御信号によりアクチュエータに推力を発生させる制御ユニットとから成ることを特徴とするものである。この様にすれば、軸受外輪の軸方向に、制御された力を自動的に加えることができる。

【0013】また請求項3にあっては前記荷重センサとして圧電素子を用いたことを特徴とするものである。この様にすれば、軸受部の狭い場所でもコンパクトに軸受の外輪部組み込むことができる。

【0014】また請求項4にあっては軸方向に力を発生させるアクチュエータとして油圧シリンダを用いたことを特徴とするものである。この様にすれば、油圧を圧力制御することにより、軸受外輪の軸方向に力を自動的に、かつ容易に加えることができる。

【0015】また請求項5にあっては軸方向に力を発生させるアクチュエータとして圧電素子を用いたことを特徴とするものである。この様にすれば、電圧制御することにより、軸受外輪の軸方向に力を自動的に、かつ容易に加えることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】実施例1

以下本発明の実施例1を図1に基づいて説明する。従来例と同一部材は同一番号を付し、新たに追加された部材のみ新番号を付して説明する。1は主軸であり、スラストとラジアル荷重を受けることのできるころがり軸受としてアンギュラ玉軸受4、7によりハウジング3に回転自在に支持されている。アンギュラ玉軸受4、7は、内輪4B、7Bに対し外輪4A、7Aが互いに外向き、すなわち外輪4Aは図1において左向き、外輪7Aは図1において右向きのスラスト荷重を受けるように互いに対をなして配置されている。

【0017】内輪4Bの左側は、主軸1の先端側の段差部1aに押し当てられており、内輪4Bの右側は、内径間座5および内輪7Bを介して主軸1のねじにねじ込んだ軸受ナット8により締め付け、固定されている。

【0018】他方、外輪7Aの右側は、ハウジング3の段差部3aに、外輪4Aは前間座14、荷重センサ13Bおよび後間座15を介して外輪7Aに押し当てられており、外輪4Aの左端は、前ふた11の肩11aと外輪4Aとの間に挟み込まれたスペーサ12と、荷重センサ13Aを介して前ふた11をボルト19でハウジング3に取付けることで固定されている。

【0019】制御装置17は、荷重センサ13Aと接続している変換装置16A、および荷重センサ13Bと接続している変換装置16Bと接続されており、さらに表示装置20と接続されている。

【0020】以上の構成のもとで、本装置は以下の動作

を行なう。主軸1を高速で回転させるとアンギュラ玉軸受4、7の熱膨張によって主軸1周りに配置されている内輪4B、7Bの熱膨張が、ハウジング3側に配置されている外輪4A、7Aの熱膨張より大きくなるため、内径間座5に対して後間座15の長さが相対的に短くなり、外輪4Aと外輪7Aを互いに押し離す力が減少する。この力を荷重センサ13A、13Bは検出する。

【0021】変換装置16A、16Bは、荷重センサ13A、13Bで検出した力をアナログ信号として入力し、デジタル信号に変換して制御装置17に送り出す。制御装置17は、この信号を解析してアンギュラ玉軸受4、7に作用している予圧を演算する。予圧の演算は主軸1に切削荷が作用していない時、つまり非切削運転時に成立つものである。非切削運転時に予圧を適正にしておけば切削荷が作用しても何ら問題はないからである。具体的には、非切削運転時に前記変換装置16A、16Bからの信号を力に換算し、それぞれF1、F2、そして、アンギュラ玉軸受4、7に作用している予圧をFPとすると、次のように、

$$FP = F2 - F1$$

と演算する。そして、表示データに変換して表示装置20に出力する。

【0022】表示装置20は、前記表示データを入力として表示する。従って作業者は運転中のアンギュラ玉軸受4、7の予圧変化をいつでも目で見ることができるので、危険状態かどうかの判断が容易にできる。

【0023】実施例2

以下本発明の実施例2を図2に基づいて説明する。上記実施例1に対し、本実施例2では、アンギュラ玉軸受4、7の外輪4A、7A間に軸方向に力を発生させるアクチュエータ23と、アクチュエータ23に油圧を供給する油圧ユニット24を追加したものであり、主たる構成については実施例1と同一であるので説明を省く。外輪7Aの右側は、ハウジング3の段差部3aに、外輪4Aは前間座14、荷重センサ13B、後間座21、アクチュエータ23および荷重センサ22を介して外輪7Aに押し当てられており、外輪4Aの左端は、前ふた11の肩11aと外輪4Aとの間に挟み込まれたスペーサ12と、荷重センサ13Aを介して前ふた11をボルト19でハウジング3に取付けることで固定されている。

【0024】アクチュエータ23は、シリンダ25およびピストン26から構成されており、そして、油圧ユニット24の圧力ポート24Aに接続されている。

【0025】制御装置17は、荷重センサ13Aと接続している変換装置16A、および荷重センサ13Bと接続している変換装置16Bと接続されており、さらに表示装置20および油圧ユニット24と接続されている。制御装置17には、あらかじめアンギュラ玉軸受4、7の目標予圧FPaが設定されている。

【0026】油圧ユニット24は、制御装置17からの

指令に応じて油圧を制御することのできる、例えば比例圧力制御弁27と圧力ポート24Aから構成されている。

【0027】以上の構成のもとで、本装置は以下の動作を行なう。制御装置17は、実施例1と同様にアンギュラ玉軸受4、7に作用している予圧FP、および制御装置17内にあらかじめ設定されている目標予圧FPaから次のように演算し、

$$(FPa - FP) / A$$

だけ油圧を変化させる指令を油圧ユニット24に送る。ここで、Aはアクチュエータ23の有効受圧面積である。油圧ユニット24は、制御装置17からの指令に応じて、比例圧力制御弁の作用により圧力ポート24Aに供給する油圧を変化させる。

【0028】アクチュエータ23は、圧力ポート24Aから供給される油圧によりピストン26に力が発生し、前記ピストン26は後間座21、荷重センサ13B、前間座14を介して外輪4Aを押し付け、一方、シリンダ25は荷重受22を介して外輪7Aを押し付けて、アンギュラ玉軸受4、7の予圧を、目標予圧FPaに管理することができ

【0029】実施例3

以下本発明の実施例3を図3に基づいて説明する。上記実施例2に対し、本実施例3では、アンギュラ玉軸受4、7の外輪4A、7A間に軸方向に力を発生させるアクチュエータ33と、アクチュエータ33に電圧を供給するアンプ34を設けたものであり、主たる構成については実施例2と同一であるので説明を省く。外輪7Aの右側は、ハウジング3の段差部3aに、外輪4Aは前間座14、荷重センサ13B、後間座31、アクチュエータ33および荷重受32を介して外輪7Aに押し当てられており、外輪4Aの左端は、前ふた11の肩11aと外輪4Aとの間に挟み込まれたスペーサ12と、荷重センサ13Aを介して前ふた11をボルト19でハウジング3に取付けることで固定されている。

【0030】アクチュエータ33は、圧電素子36で構成されており、そして、アンプ34に接続されている。制御装置17は、荷重センサ13Aと接続している変換装置16A、および荷重センサ13Bと接続している変換装置16Bと接続されており、さらに表示装置20およびアンプ34と接続されている。制御装置17には、あらかじめアンギュラ玉軸受4、7の目標予圧FPaが設定されている。アンプ34は、制御装置17からの指令に応じて圧電素子36に供給する電圧を制御することのできるものである。

【0031】以上の構成のもとで、本装置は以下の動作を行なう。制御装置17は、実施例1と同様にアンギュラ玉軸受4、7に作用している予圧FP、および制御装置17内にあらかじめ設定されている目標予圧FPaから(FPa-FP)に相当する電圧を変化させる指令を

アンプ34に送る。アンプ34は、制御装置17からの指令に応じて、圧電素子36に供給する電圧を変化させる。

【0032】アクチュエータ33は、アンプ34から供給される電圧により圧電素子36に力が発生し、前記圧電素子36は後間座31、荷重センサ13B、前間座14を介して外輪4Aを押し付けると同時に荷重受32を介して外輪7Aを押し付けて、アンギュラ玉軸受4、7の予圧を、目標予圧FPaに管理することができる。本発明はアンギュラ玉軸受4、7に限らず、テーパローラ軸受やスラスト玉軸受のようなスラスト荷重を受けることのできる軸受に適用可能である。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、運転中に軸受外輪の軸方向の力を荷重センサにより検出し、表示するようにしたので作業者は運転中の軸受の予圧変化をいつでも目で見ることができ、危険状態かどうかの判断が容易にできるようになった。また、目標とする予圧に、アクチュエータを通して管理するようにしたので、軸受は望ましい予圧となり、運転中の軸受の予圧変化による切削性能の低下および軸受の焼付きの危険を防止することができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1を示す主軸装置の説明図である。

【図2】本発明の実施例2を示す主軸装置の説明図である。

【図3】本発明の実施例3を示す主軸装置の説明図である。

【図4】従来の主軸装置の説明図である。

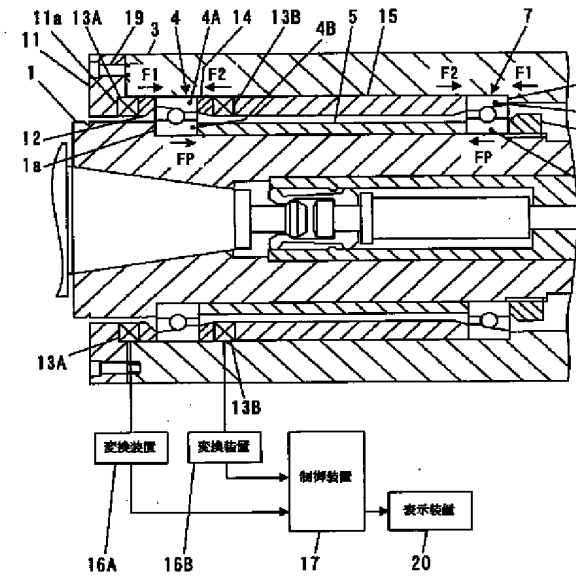
【符号の説明】

- 1 主軸
- 1a、3a 段差部
- 3 ハウジング
- 4、7 アンギュラ玉軸受
- 4A、7A 外輪
- 4B、7B 内輪
- 4C、7C 玉
- 5 内径間座
- 6 外径間座
- 8 軸受ナット
- 11 前ふた
- 11a 肩
- 12 スペーサ
- 13A、13B 荷重センサ
- 14 前間座
- 15、21、31 後間座
- 16A、16B 変換装置
- 17 制御装置
- 19 ボルト

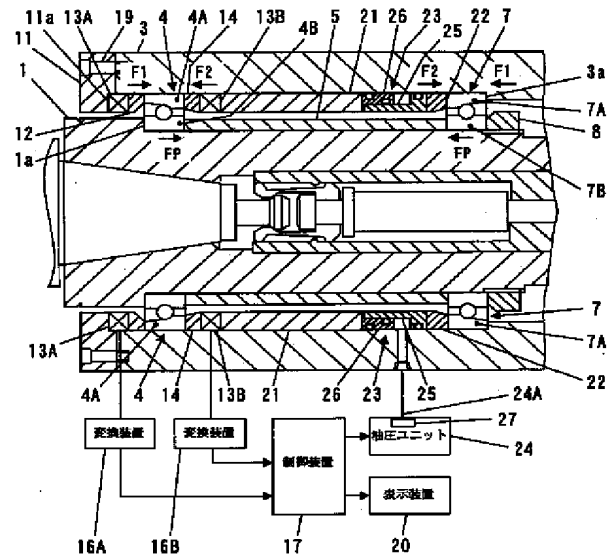
20 表示装置
 22、32 荷重受
 23、33 アクチュエータ
 24 油圧ユニット
 24A 圧力ポート

25 シリンダ
 26 ピストン
 27 比例圧力制御弁
 34 アンプ
 36 圧電素子

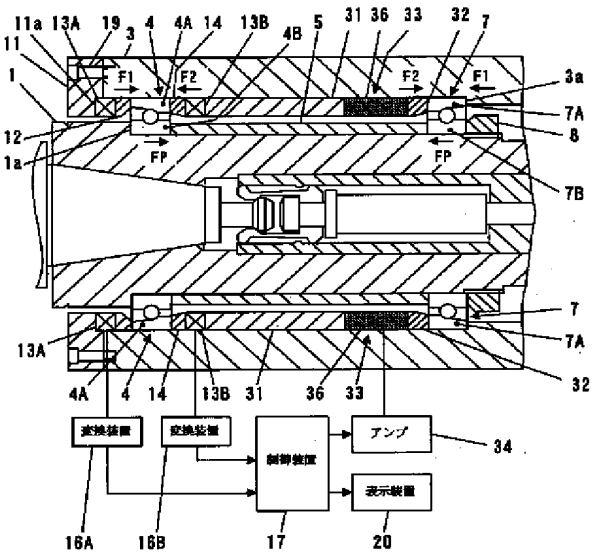
【図1】



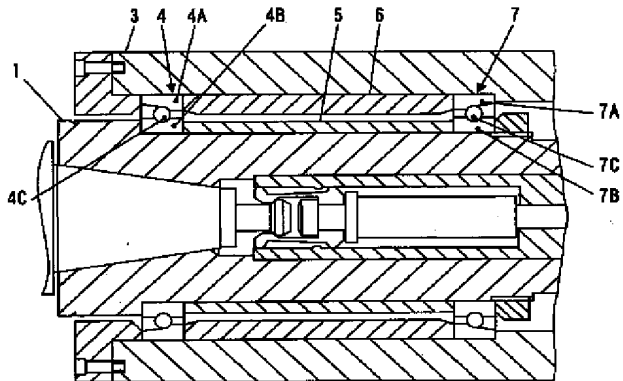
【図2】



【図3】



【図4】



PAT-NO: JP02002292503A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002292503 A
TITLE: MAIN SHAFT APPARATUS OF
MACHINE TOOL
PUBN-DATE: October 8, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SUZUKI, KATSUYUKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOSHIBA MACH CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2001094573
APPL-DATE: March 29, 2001

INT-CL (IPC): B23B019/02 , B23B025/06 ,
B23Q001/40 , B23Q001/70 ,
F16C025/06

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a main shaft apparatus of a machine tool to prevent decrease of cutting ability due to change of the preload in the bearings in operation and to prevent a risk of seizure of bearings.

SOLUTION: The main shaft apparatus of a machine

tool is composed of load sensors 13A and 13B installed at the inside and outside of the outer ring 4A of the bearing 4 in the direction of the shaft rotation, converters 16A and 16B to convert analogue input signals outputted from the load sensors 13A and 13B into digital signals, a control device 17 to operate indication data based on the digital signals as an input, an indicator 20 to indicate the indication data outputted from the control device 17, an actuator 23 to generate force between the outer rings 4A and 7A of the bearings 4 and 7 in the direction of the axis as a means to apply preload to the bearings 4 and 7, and a control unit 24 to make the actuator 23 generate thrust force based on the control signals outputted from the control device 17.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO